

玉米蚜种群的空间动态^{*}

王永宏, 仵均祥, 苏 丽

(西北农林科技大学 植物保护学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 应用不同的聚集指标对玉米蚜种群的空间动态进行分析。结果表明, 玉米蚜在玉米田始终成聚集分布; 选择受密度影响较小的聚块性指标 $M^*/\bar{X}$ 的值, 描述了玉米蚜种群空间格局的时序动态, 表明玉米蚜聚集强度有明显的规律, 呈现高一低一高的趋势。综合玉米蚜种群数量的消长规律、环境因子的变化等信息, 对其空间图式及其时序动态特征的成因进行了分析。

[关键词] 玉米蚜; 种群; 空间动态; 聚集指标

[中图分类号] S435.1; S433.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)04-0055-04

玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis* Fitch)是禾谷类作物的主要害虫。其不仅可以直接刺吸危害禾谷类作物, 而且可以传播大麦黄矮病毒(BYDV)、玉米花叶条纹病毒(MM SV)、玉米叶斑病毒(ML SV)等, 引起病害流行。20世纪80年代以前, 玉米蚜在陕西几乎无成灾记录。近年来, 随着作物布局、耕作制度、气候条件的变化及玉米品种的更替和多样化, 玉米蚜的发生与危害逐渐加重, 个别地区已猖獗成灾。1990年, 西安和渭南地区因玉米蚜大发生造成数百公顷玉米严重歉收, 一般田块减产10%~30%, 重者达50%以上。国外早从20世纪50年代就将玉米蚜作为禾谷类作物的重要害虫进行了全面研究^[1~3], 而国内对玉米蚜的研究起步较晚, 且研究内容主要局限于防治技术方面^[4~6], 在生物学及生态学方面的研究仅是对玉米蚜的发生规律做了简单的观察记述^[7,8], 有关玉米蚜空间格局的研究尚未见报道。本研究根据1997~1999年玉米上的玉米蚜种群系统调查数据, 对玉米蚜种群的空间格局及时序变化进行了分析, 为建立田间抽样模型奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于1997~1999年在西北农林科技大学农一站夏播玉米田进行, 调查田未作任何药剂处理, 玉米品种为西农11。

1.2 调查方法

自玉米出苗后开始调查, 调查采用棋盘式取样,

每次选10个点, 每点调查30株, 分别记载雄花穗、叶片、叶鞘和雌穗上的玉米蚜数量(抽雄以前记载心叶、叶片、叶鞘上的玉米蚜数量)。计数精度视虫口密度而定, 当每株虫量在50头以下时逐头实数, 50~200头时以5~10头为单位, 200头以上时以20头为单位目测估计。调查间隔为5~6d。根据调查结果列出分布型参数(表1), 然后统计分析。

1.3 聚集指标测定

选用平均拥挤度 M^* 、聚块性指标 $M^*/\bar{X}$ 和负二项分布 K 值对空间分布型进行测定, 并采用Taylor指数法和Iwao回归法作进一步验证^[9~14]。

2 结果与分析

2.1 玉米蚜种群的基本空间格局

由表1可以看出, 应用不同的聚集指标分析均得到相同的结果, 玉米蚜种群在玉米田始终呈聚集分布。所有样本 K 值均大于0, 为0.13~0.85, 说明玉米蚜种群呈聚集分布。

利用Taylor指数法得到Taylor经验公式($\ln S^2 = a + b \ln \bar{X}$):

$$\ln S^2 = 1.8197 + 1.882 \ln \bar{X} \quad (R = 0.9955)$$

式中, S^2 为方差; $\bar{X}$ 为样本平均数; a 为聚集程度的起点; b 为平均数增加时方差的变化率, 是聚集度对密度依赖性的指标。其中, $a = 1.8197 > 0$, $b = 1.882 > 1$, 可见玉米蚜种群在一切密度下均呈聚集分布, 且具有密度依赖性。

利用Iwao回归法得到 $M^* - \bar{X}$ 的回归方程

* [收稿日期] 2001-12-30

[基金项目] 陕西省农业科技重点推广项目: “小麦病虫害综合防治新技术推广”

[作者简介] 王永宏(1968-), 男, 陕西凤翔人, 助理研究员, 主要从事农药毒理学研究。

$(M^* = \alpha + \beta \bar{X})$:
 $M^* = -88\,291.9 + 4\,709\bar{X}$ ($R = 0.8884$)
式中, M^* 为平均拥挤度; $\bar{X}$ 为样本平均数; α 代表个
体的性质; β 代表个体群的分布状况。其中, $\alpha =$

- 88 291.9, 说明玉米蚜个体间相互排斥, 不存在个
体群; $\beta = 4\,709$, 说明玉米蚜的空间分布图式是聚
集型。

表 1 玉米蚜调查数据的样本统计量及有关参数
Table 1 Statistics and indices of patchiness of *R. maidis*

调查日期 Date	种群数量/ (头·株 ⁻¹) No. aphid	有蚜株率/% Infested plant	S^2	M^*	$M^*/\bar{X}$	K
07-15	0.40	5.6	1.62	2.46	8.66	0.13
07-21	0.74	15.2	3.12	3.95	5.34	0.23
07-27	4.15	20.0	42.54	13.40	3.23	0.45
08-01	8.67	58.0	376.28	51.07	5.89	0.20
08-06	12.48	87.0	901.80	83.74	6.71	0.18
08-11	117.40	100.0	81 022.44	806.54	6.87	0.17
08-16	428.35	100.0	963 718.96	2 677.19	6.25	0.19
08-21	412.70	100.0	831 582.25	2 426.18	5.88	0.20
08-26	391.10	100.0	592 344.12	1 904.66	4.87	0.22
08-31	381.20	100.0	295 369.01	1 155.04	3.03	0.49
09-05	319.44	100.0	120 729.15	696.38	2.18	0.85
09-10	183.20	100.0	66 300.08	544.10	2.97	0.51
09-15	174.50	100.0	73 864.11	596.79	3.42	0.41
09-20	197.50	100.0	140 620.0	908.5	4.6	0.28
09-25	11.20	20.8	661.02	69.22	6.18	0.19
09-30	1.05	12.4	7.12	6.83	6.50	0.18

2.2 玉米蚜种群空间格局的时序动态

由表 2 知, 3 个聚集指标中, 聚块性指标 $M^*/\bar{X}$ 和
负二项分布 K 值受密度的影响较少, 平均拥挤度 M^*
与密度密切相关。因此, 分析时间序列上的聚集度变

化时, $M^*/\bar{X}$ 和 K 比 M^* 更有利于反映种群因素的作
用。本研究选择 $M^*/\bar{X}$ 图形法描述玉米蚜的时序动
态, 见图 1。

表 2 有关聚集指标与密度间的相关关系

Table 2 Correlation between indices of patchiness and population densities

相关关系 Correlation	回归方程 Regression equation	相关系数(R) Correlation coefficient	F 值 F value	F 值检验 F test	
				$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
$\ln(S^2)/\ln\bar{X}$	$Y = 1.819 + 1.882\bar{X}$	0.9955	1 573.505	**	**
$M^*/\bar{X}$	$Y = -88.29 + 4.71\bar{X}$	0.8884	52.448	**	**
$K/\ln\bar{X}$	$Y = 0.198 + 0.003\bar{X}$	0.3930	0.0845	*	*
$M^*/\bar{X} - \bar{X}$	$Y = 5.053 - 0.003\bar{X}$	0.2259	0.7528	*	*

注: ** —回归方程显著; * —回归方程不显著。
Note: ** —Notable regression equation; * —Not notable regression equation

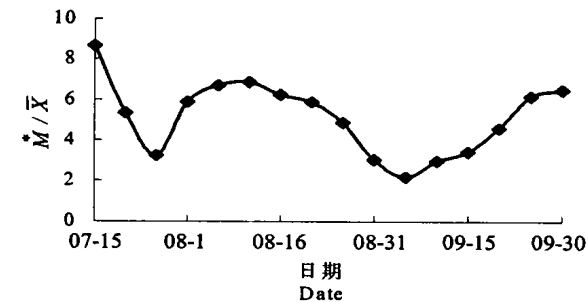


图 1 玉米蚜种群聚集度 $M^*/\bar{X}$ 的时序动态
Fig 1 Temporal changes of $M^*/\bar{X}$ value
of aggregation intensity of *R. maidis*

由图 1 可知, $M^*/\bar{X}$ 值时序变化的总趋势呈高一
低—高, 即玉米蚜种群表现为扩散—聚集—扩散的
趋势。聚集度随时间的变化呈现出有阻尼的减幅振
动形式。

2.3 玉米蚜的聚集与扩散趋势

用 Monte lloyd (1967)^[12] 的方法, 分析了玉米
蚜的聚集与扩散趋势, 见表 3。由表 3 可以看出, 从
玉米拔节期到大喇叭口末期, 从抽雄吐丝期到玉米
成熟后期, 均以扩散趋势为主; 从大喇叭口末期到抽
雄初期及成熟后期又呈聚集趋势。

表 3 玉米蚜的聚集与扩散趋势分析

Table 3 Analysis on trend of aggregation and dispersal of *R. maidis*

日期 Date	玉米生育期 Growth period of maize	$\bar{X}$	M^*	$M^*/\bar{X}$	$(M^* + 1)/\bar{X}$	趋势 Tendency
07-15	拔节 Jointing	0.40	3.46	8.66	11.15	
07-21	大喇叭口 Big horn	0.74	3.95	5.34	6.70	扩散 Dispersion
07-27	大喇叭口 Big horn	4.15	13.40	3.23	3.47	扩散 Dispersion
08-01	大喇叭口 Big horn	8.67	51.07	5.89	6.01	聚集 Aggregation
08-06	抽雄 Tasselling	12.48	83.74	6.71	6.79	聚集 Aggregation
08-11		117.40	806.54	6.87	6.88	聚集 Aggregation
08-16		428.75	2 677.19	6.25	6.25	扩散 Dispersion
08-21		412.70	2 426.18	5.88	5.88	扩散 Dispersion
08-26		391.10	1 904.66	4.87	4.87	扩散 Dispersion
08-31		381.20	1 155.04	3.03	3.03	扩散 Dispersion
09-05	成熟 Maturity	319.44	696.38	2.18	2.18	扩散 Dispersion
09-10	成熟 Maturity	183.50	544.10	2.97	2.97	扩散 Dispersion
09-15	成熟 Maturity	174.50	596.79	3.42	3.43	扩散 Dispersion
09-20	成熟 Maturity	197.50	908.50	4.60	4.61	扩散 Dispersion
09-25	成熟 Maturity	11.20	69.22	6.18	6.27	聚集 Aggregation
09-30	成熟 Maturity	1.05	6.83	6.50	7.46	聚集 Aggregation

3 讨 论

3.1 聚集指标的选择

用于空间格局分析的聚集指标有许多,但有些指标的统计性质是相似的^[10,12~14],故对一组数据不加选择的计算多指标是不可取的。本研究选择 3 个统计性质不同的指标进行分析,即平均拥挤度 M^* ($M^* = \bar{X} + S^2/(\bar{X} - 1)$)、聚块性指标 $M^*/\bar{X}$ 及负二项分布 K 值 ($K = \bar{X}/(S^2 - \bar{X})$)。由于有些指标受密度的制约^[10,11],在分析时间序列上的聚集度变化时,不利于反映种群因素的作用。因此,对这些指标与密度的关系进行了回归分析,选择出受密度制约因素较小的指标进行分析。

3.2 玉米蚜种群空间格局的时序特征

对玉米蚜种群的基本空间格局的研究,是用相对静止的观点考察种群空间分布,只不过程度不同地刻划了种群个体在某一时刻、某一空间的分布状况,而不能获得分布型随种群在空间运动所发生的变化趋势和原因的任何信息。通过 $M^*/\bar{X}$ 值时序变化可以清楚地看出,玉米蚜聚集度的时空动态为有

阻尼的减幅振动。其时空动态方程将在以后的研究中进一步拟合和描述。

研究结果表明,玉米蚜在玉米田始终呈聚集分布,但聚集强度随时间呈规律性的变化,即玉米蚜种群表现出扩散—聚集—扩散的趋势。玉米蚜的这种空间格局及其时序动态特征,一方面与其自身具有繁殖快、迁移性强的特点有关,另一方面受到营养和环境条件变化的影响。在 7 月中旬玉米蚜迁入玉米田初期,其密度较低,聚集度高。从 7 月中旬到 8 月初,随着密度的逐渐上升,有蚜株率增长较快,聚集度逐渐下降。8 月初正值玉米大喇叭口末期抽雄前期,玉米蚜迁入玉米田后,在适宜的环境下,立足生存,繁衍生殖,开始建立自己的种群,种群密度上升较快,聚集度逐渐上升,由点片发生向全田发展。8 月中旬正值玉米抽雄、散粉、吐丝期,玉米蚜种群数量急剧增长,种群密度大,玉米蚜开始扩散,使得聚集度又逐渐下降。9 月上旬以后,玉米散粉结束,雄穗逐渐干枯,植株老化,气温下降,有翅蚜数量不断增加,开始迁出玉米田,种群密度逐渐减小,聚集度又逐渐升高。

[参考文献]

- [1] Cart J J. On the biology of the corn leaf aphid[J]. Journal of Economic Entomology, 1957, 50: 110- 112
- [2] Singh S R, Painter R H. Effect of temperature and plants on progeny production of four biotypes of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*[J]. Journal of Economic Entomology, 1964, 57: 348- 350
- [3] Elliott N C, Kieckhefer R W, Walgenbach D D. Effect of constant and fluctuating temperature on developmental rate and demographic statistics for the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae)[J]. Journal of Economic Entomology, 1988, 81(5): 1383- 1389
- [4] 王尊彦. 关于玉米蚜的研究进展- 兼谈玉米害虫综合治理[J]. 农牧情报, 1992, (4): 46- 48
- [5] 李学武. 玉米蚜的观察[J]. 植物保护, 1982, 8(2): 12
- [6] 蒋仁棠. 氧化乐果等药剂涂茎防治玉米蚜试验[J]. 山东农业科学, 1987, (3): 4
- [7] 赵恒川, 王立. 玉米蚜发生规律及防治[J]. 山东农业科学, 1984, (2): 54- 55
- [8] 王存晋. 玉米蚜田间发生消长规律研究[J]. 国外农学- 杂粮作物, 1977, (5): 49- 51
- [9] 赵惠燕, 汪世泽. 麦蚜自然种群的空间动态[J]. 生态学杂志, 1990, 9(4): 16- 19
- [10] 汪信庚, 刘树森, 吴晓晶, 等. 杭州郊区菜蚜种群的空间动态[J]. 应用生态学报, 1997, 8(6): 599- 604
- [11] 沈佐锐, 管致和. 菜蚜种群空间动态分析[J]. 生物数学学报, 1986, (1): 9- 15
- [12] 徐汝梅. 种群数量的时空动态—对温室粉虱的系统控制[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1990
- [13] Myers J H. Selecting a measure of dispersion[J]. Environ Entomol, 1968, 7: 619- 621
- [14] Taylor L R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect population[J]. Annual Review of Entomology, 1984, 29: 325- 357

Spatial dynamics of *Rhopalosiphum maidis* population

WANG Yong-hong, WU Jun-xiang, SU Li

(College of Plant Protection, Northwest A&F University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Different aggregation indices were used to analyse the spatial patterns of *R. maidis*. The results indicated that the population of *R. maidis* was aggregated on the maize. The $M^*/\sqrt{X}$ value of patchiness indices less affected by density was chosen to describe the temporal patterns of the aphid population. The aggregation intensity changed regularly, the population changed from highly to loosely aggregated, and then to highly aggregated again. With reference to trade-off population and the change of environmental factors, the mechanism of the observed spatial patterns was discussed.

Key words: *Rhopalosiphum maidis*; population; spatial dynamics; aggregation indices

欢迎订阅《陕西农业科学》

《陕西农业科学》1955 年创刊。应广大读者、作者的要求, 为了加快科技信息的传播速度, 自 2002 年起本刊已由双月刊变更为月刊, 从 2003 年起本刊将增至 72 个页码。本刊将以新的姿态, 竭诚为广大读者、作者和我国农业发展服务。

《陕西农业科学》每月 25 日出版, 每期定价 2.50 元, 全年 30.00 元, 全国各地邮局均可订阅, 邮发代号: 52-50, 亦可直接向本刊编辑部订阅(购)。

地址: 陕西杨凌西北农林科技大学西农校区 33 号信箱《陕西农业科学》编辑部 邮编: 712100

联系人: 李桂丽(029-7091420, 13038599770)

鲍亚宁 李侠 杨继涛(029-7091109)